

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-282433

(43)Date of publication of application : 07.10.1992

(51)Int.Cl.

G01N 9/04  
G01K 13/02  
G01N 11/00

(21)Application number : 03-070579

(71)Applicant : SNOW BRAND MILK PROD CO LTD

(22)Date of filing : 11.03.1991

(72)Inventor : HORIKAWA MASAKAZU  
WADA TSUNEO  
KAMISAKA MASAKATSU  
AHIKO KENKICHI

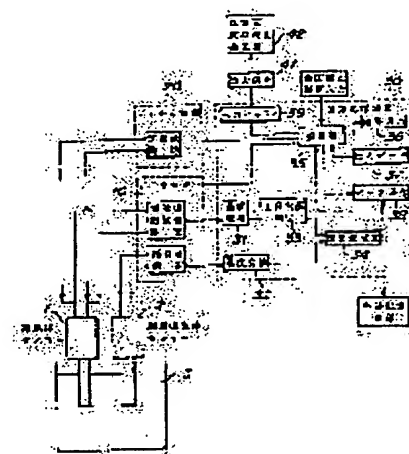
## (54) METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING CONCENTRATION OF LIQUID

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain highly reliable concn. measured data even when a flow rate changes with the elapse of time by measuring the concn. of the fluid being in contact with a heating body sensor from the temp. of the sensor and that of a liquid when the fluid is the liquid.

**CONSTITUTION:** The correlation between the concn. of a liquid after the transfer to a steady state and the temp. of a heating body or the temp. of the heating body and that of the liquid is preliminarily measured. The value of a heating body sensor 1 and the resistance value of a temp. measuring resistor 2 both of which are measured in a data logger part 10 are sent to an operational processing part 30 and temp. difference is calculated by a temp. difference operator 34 and it is judged whether the temp. difference is that of the liquid by a rising gradient judging part 33. The value of the operator 34 is sent to an operation part 35 and result display 36, data memory 38 and the output of a control signal is carried out. The control signal calls out data from output data 37 with respect to the operation part 35 and the rising or falling of the concn. of the liquid is judged in the operation part.

From the temp. of the heating body after the heating body sensor enters a steady state or the difference between the temp. of the heating body and that of the liquid, the concn. of the liquid can be measured through the comparison with the preliminarily measured data.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液体と熱的に接触する発熱体の発熱を断続的に行い、発熱開始時の発熱体の温度の上昇勾配が一定の範囲にあり、かつ発熱体の発熱開始時からの温度上昇がなくなり、発熱体の温度が一定になってからの発熱体の温度、もしくは発熱体の温度と液体の温度の差を測定し、該発熱体の温度、もしくは発熱体の温度と液体の温度の差と液体濃度の相関関係から液体の濃度を測定する液体の濃度測定方法

【請求項2】 発熱体の発熱開始時の温度上昇勾配が同一の測定方法に於ける水の温度上昇勾配値とアルコールの温度上昇勾配値の範囲内にある時に、発熱体は液体に接触しているものとみなして液体の濃度を測定する請求項1の液体の濃度測定方法

【請求項3】 通電加熱法を利用した発熱体センサーと発熱体センサーに定電流を供給する定電流供給器と、該発熱体センサーで測定した発熱体センサー温度及び液体の温度をデータロガー部を介して、出力する演算処理部と、該演算処理部は、発熱体センサーの発熱開始時の温度上昇勾配を判定する判定部と、発熱体センサー温度と液体の温度の差を演算する演算部と、演算の結果から制御信号を出力する出力バッファとからなる液体濃度測定装置

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、液体、特にインライン内において流動している液体の濃度測定方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に食品工業、特に液体濃縮工程においては、濃縮過程の液体濃度のモニタリングを効率かつ正確に行い、濃縮機を制御することが製品の歩留や品質の安定に不可欠である。そこで従来から液体の濃度をインラインで測定していた。従来液体の濃度測定には、絶対法、比重測定法、体積測定法、流量測定法などがあったが、これらの方法はどれも手動で行うものであり、測定時間に時間がかかり効率的でなく、リアルタイムの機器の制御は、不可能であった。又、一部オンライン粘度計があるが、測定が機械的な稼働によるので保守管理に注意が必要であり、酸やアルカリなどの洗浄に弱点があり、また稼働部分のスケール付着による細菌汚染などに問題があった。

【0003】 更に、投光器と受光器がセンサーに組み込まれた光学的装置による光学的測定法としては、実開昭62-16457号の考案がある。該考案は、投光用導管から投光した透過光や散乱光を受光用導管により受光し、受光量の変化を受光器で電気量の変化に転換し演算処理して被検体の濃度を測定する装置であるが、光学的測定法は、濃度の高いものの測定には誤差が生じやすく、又洗浄しにくい。更に高温減圧下の装置内における

2

液体の測定には、耐久性の点で劣り、特に投光器と受光器にガラスを使用すると、食品工業では破損事故による危険物混入の虞がありセンサーとしては不適當である。

【0004】 又、通電加熱法を利用したものとして本出願人は、特願平1-224235の「溶液もしくは分散液中の被検体の濃度測定方法及び装置」を提供した。該発明は、微生物や菌体、細胞などにより培地中に産生される生理活性物質の濃度を測定するもので、溶液又は分散液中に通電加熱法を利用した発熱センサーを設置して、該センサーを発熱させたときの発熱センサーの温度、もしくはそのときの発熱センサーの温度と溶液又は分散液の温度との差を測定し、発熱センサーの温度、もしくはそのときの発熱センサーの温度と溶液又は分散液の温度との差から被検体の濃度を算出する被検体の濃度を測定する方法によっている。これらの例は、測定対象が安定して流動していることが前提となっている。しかし一般の食品製造では、計測ラインの測定対象液体が一定量ではないのが通常であり、液体量が経時的に変化し、時には測定対象液体に空気が混入したり、或は測定対象液体が全く流入して来ないで、空気だけの状態だったりすることがしばしば起こり、従って液体の濃度の測定にしばしば支障を来し、測定データ自体の信頼性に欠けていた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従って、本発明の解決しようとする課題は、通電加熱法を利用した液体の濃度測定方法において、測定対象液体の流量が経時的に変化した場合に、測定データ自体の信頼性を確保する点にある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、通電加熱法による発熱体センサーを利用して、先ず、該センサーと接触している流体が液体であるかを分別し、液体である場合に液体の濃度を発熱体センサーの温度と液体の温度から測定する方法に関するものである。即ち、液体と熱的に接触する発熱体の発熱を断続的に行い、発熱開始時の発熱体の温度の上昇勾配が一定の範囲にあるかを判別する。一定の範囲にある場合には、発熱体の発熱開始時からの温度上昇がなくなり、発熱体の温度が一定になってから、発熱体の温度、もしくは発熱体の温度と液体の温度の差を測定する。そして該発熱体の温度、もしくは発熱体の温度と液体の温度の差の値と液体濃度の相関関係から液体の濃度を測定するのである。

## 【0007】

【実施例】 流体における対流熱伝達現象は、4つの無次元数（ヌッセツト数、グラスホッフ数、プラントル数、レイノルズ数）の関数として記述することが出来、これら無次元数を構成している物性値に着目して整理すると、熱の移動に影響を及ぼしている物性値は動粘性率（粘性率/密度）、熱伝導率、温度伝導率、体積膨張率

3

の4種類であることが導かれる。液体においては動粘性率以外の物性値は一定とみなせるため、液体と接触する発熱体の温度を基に、液体の粘性の変化を測定することができる。この粘性の変化は、液体の濃度にも依存しており、液体の組成に変化がなく濃度のみが変化する時は、濃度と粘性の間には相関関係が成立する。更に、粘性と発熱体の温度変化の間にも相関関係が成立しているため、結果的に発熱体の温度変化と液体の濃度変化が相関することになる(特願平1-224235参照)。

【0008】ところで、発熱体が常に液体と接触する槽等に発熱体が設置されているときは、問題無いが、ラインに於て液体量が経時的に変動し、発熱体が液体と接触しない場合が発生すると測定値が大きく変動し、このようなデータを基に制御系の制御信号を決定する基礎値として利用することは困難である。一般に発熱体が液体と接触している時に発熱体が一定の熱量で発熱を開始すると、液体への熱移動が始まり、発熱体は一定温度でその温度上昇が止まり、その時以降、発熱体の発熱量と液体への熱移動量が等価となる。このように、発熱体が発熱を開始し温度の上昇を継続している状態を非定常状態といい、発熱体の温度が一定になった時以降を定常状態という(図2参照)。そして、非定常状態での温度の上昇勾配は、対数時間との関係で概ね直線を示す(図2参照)。なお、非定常状態での温度の上昇勾配( $\lambda$ )の逆数は、熱伝導率( $1/\lambda$ )である(日本機械学会論文集中B編47巻417号P.821-829)。非定常状態での温度の上昇勾配は、液体の組成が変化しない限り、不変である。このような温度上昇勾配は、発熱体が接触している流体が気体であるか、液体であるかによって大きく異なる。即ち、気体の熱伝導率は液体の熱伝導率より、かなり小さく、従って、逆に非定常状態での温度の上昇勾配は、気体の方が液体よりかなり大きい。これを利用して、インライン中に発熱体センサーを設置した時に、発熱体と接触している流体が液体か気体かを判断できる。又液体の非定常状態での温度の上昇勾配は、概ね水の温度の上昇勾配とアルコールの温度の上昇勾配の間に入る。なお、液体の物性の変化により動粘性率の変化が生じる場合は、温度上昇勾配も変化するものである。そして、発熱体が接触している流体が液体の場合には、定常状態に移行した後の発熱体の温度、或は発熱体の温度と液体の温度差から、液体の濃度を測定する。この濃度の測定により、装置の制御も可能となる。

【0009】本発明の液体の濃度測定方法を実施するには、定常状態に移行した後の液体の濃度と発熱体の温度、或は発熱体の温度と液体の温度差の相関関係を予め計測しておく。このデータを実際の測定時に当てはめる。そして実際の測定時に、発熱体の温度を断続的に制御し、非定常状態での温度の上昇勾配が水の温度の上昇勾配とアルコールの温度の上昇勾配の間の範囲内に入っているかを判定し、該範囲内に入っている場合には、発

4

熱体センサーが定常状態に入った後の発熱体の温度、又は発熱体の温度と液体の温度差から、予め測定しておいたデータと比較することにより、温度変化が分かり、測定値から濃度の測定が可能となる。なお、非定常状態の温度の上昇勾配の逆数は、熱伝導率であるから、熱伝導率によって、液体か気体かの判断や液体の種類の判断や液体の組成の変化の測定を行うことが出来る。更に、定常状態での温度の範囲を一定の範囲に設定しておき、この範囲を超える値を異常値としてカットして測定しても良い。但し、一定の範囲の決定は予め集積して置いたデータにより決定しなければ成らない。又、インライン中の液体が変わった場合には、一定の範囲の変更が必要となる。

【0010】図1は、本発明の方法を具体的に行う装置である。この濃度測定装置は、発熱体センサー1、測温抵抗体センサー2、データロガー部10、システム電源部20、演算処理部30とから成り立っている。データロガー部10、システム電源部20、演算処理部30はGPIBで接続されている。システム電源部20は、発熱体センサー1の発熱を制御するものであり、一般電源は電流値の脈動があり発熱を一定に維持できないから定電流供給器を使用している。データロガー部10は測定値を演算処理部30へ出力するにあたり、送信制御をするものである。発熱体センサー1はセンサーの温度を電流値と抵抗値から測定するものであり、測温抵抗体センサー2は、抵抗値から液体3の温度を測定するものであるが、発熱体センサー一本で通電量を制御して、発熱体のセンサー温度と液体の温度の両方を断続的に、交互に測定することも可能である。データロガー部10で測定された発熱体センサー1の、電流値、抵抗値、及び測温抵抗体2の抵抗値は、演算処理部30へ送られ、それぞれ温度変換31、32された後、両者の温度差が温度差演算34によって算出される。なお、発熱体の非定常状態における温度は、温度上昇勾配判定部33で、液体のものかどうか判定される。温度差演算34された後に演算部35に送られ、該演算部35では、結果表示36をしたり、データ保存38したり、更に濃縮設備の液体供給流量、加熱蒸気量、液体循環量の制御信号出力を行う。この制御信号は、演算部35に対して出力データ37の記憶部から測定値に該当するデータを呼び出して来て、演算部で温度測定値の変動経過を比較することにより、液体の濃度が上昇傾向にあるか、下降傾向にあるのかを判定し、各液体供給流量、加熱蒸気量、液体循環量42の制御出力信号41を出力バッファ39を介して出力する。定常状態での温度の範囲を一定の範囲に設定しておき、この範囲を超える値を異常値としてカットする場合の温度範囲の設定は、この装置では、発熱体センサー1や測温抵抗体センサー2の測定の動作を濃度がどの範囲の時に作動させるかを決定するためのものであり、装置始動時や洗浄時、停止時等の温度測定が不要な

時に測定装置を作動させないように設定するものである。

【0011】図3は、水、アルコール、及び42%の濃縮乳について、棒状体の発熱体センサーで測定した発熱体の温度と液体の温度の差と対数時間の関係を表したグラフである。この実験による非定常状態における温度の上昇勾配の範囲は、0.9-2.1mk/wになる。42%濃縮乳は、水とアルコールの間の温度上昇勾配を取っていることが分かる。

【0012】脱脂乳を濃縮して固形濃度を測定した場合の固形濃度と発熱体の温度と液体の温度の差の相関関係を測定した結果、低濃度域(0%-40%)で通電電流を200mAにして測定した例が図4である。更に高濃度域(40%超)では、発熱体センサーの感度が低下するため通電電流を400mAにして測定した例が図5である。高濃度域では、温度差と固形濃度が直線的関係になっている。

【0013】図6は、本発明の濃度測定装置を薄膜下降式2重効用缶型濃縮機に設置した例であり、固形濃度6-8%の脱脂乳が、この濃縮装置で40-50%に濃縮された後、次工程で高圧噴霧乾燥されて脱脂乳に加工される。固形濃度6-8%の脱脂乳はタンク50からパイプ51を通して、コンデンサー58を螺旋に上昇して加熱され、更にパイプ52から第二加熱缶56を螺旋に上昇して加熱され、更にパイプ53から第一加熱缶54を上昇して加熱され、第一加熱缶54に入って濃縮される。第一セパレーター55で固形濃度が上昇した脱脂乳は、送乳ポンプ61により、パイプ60、62から、第二加熱缶56に入って濃縮された後、第二セパレーター57で更に固形濃度が上昇した脱脂乳は、送乳ポンプ64により、パイプ63、65、68から次工程に送られるが、脱脂乳をバルブ69、70により、モニタリングシステム71に注出し、固形濃度を測定し、固形濃度が予め定められた基準よりも低い時は、バルブ65を操作して、脱脂乳をパイプ65からパイプ67、62を通り、再度第二加熱缶56に入って濃縮される。濃縮後の工程は先に述べた通りである。なお、59は真空エジェクターであり、72、73はドレインポンプ、74は排水ポンプである。

【0014】図7は、図6の連続濃縮装置を稼働した場合の固形率、粘度、発熱体の温度と液体の温度の差を測定したものである。この図においては、固形濃度と発熱体の温度と液体の温度の差が完全に相関していることが

分かる。

【0015】

【発明の効果】計測ラインの測定対象液体の流量が、経時的に変化し、時には測定対象液体に空気が混入したり、或は測定対象液体が全く流入して来ないで、空気だけの状態だったりする場合にも、測定対象が液体であるかを瞬時に俊別出来るので異常なデータを排除でき、信頼し得る液体の濃度データを取得でき、機器の制御が確実に出来る。又、液体の組成や種類が変化しても、機器的な変更が必要なく対応可能である。従来の機械的な液体の濃度測定とは異なり、センサーの洗浄も容易であり、細菌汚染の虞も低く、メンテナンス面で利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法を実現する液体の濃度測定装置のダイアグラムである。

【図2】発熱体が非定常状態から定常状態へ移行する時の、発熱体センサーの温度差 $\Delta\theta$ と対数時間との関係を表すグラフである。

【図3】水、アルコール、及び42%の濃縮乳について、発熱体の温度と液体の温度の差と対数時間の関係を表したグラフである。

【図4】低濃度域(0%-40%)での脱脂乳を濃縮して固形濃度と発熱体の温度と液体の温度の差の相関関係を測定したグラフである。

【図5】図4同様に、高濃度域での脱脂乳を濃縮して固形濃度と発熱体の温度と液体の温度の差の相関関係を測定したグラフである。

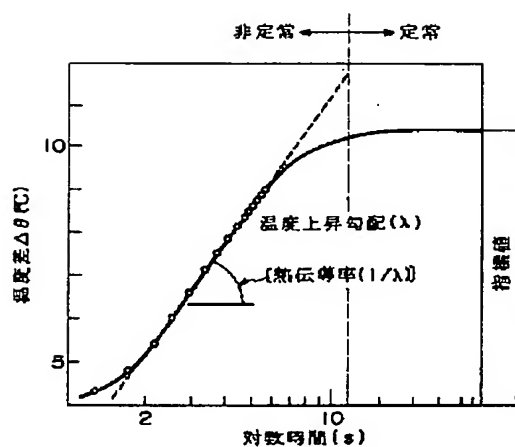
【図6】薄膜下降式2重効用缶型濃縮機に本発明の濃度測定装置を取り付けた概略図である。

【図7】図6の連続濃縮装置を稼働した場合の固形率、粘度、発熱体の温度と液体の温度の差を測定したグラフである。

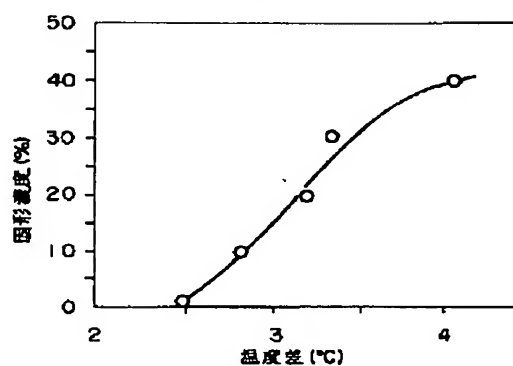
【符号の説明】

- 1 発熱体センサー1
- 2 測温抵抗体センサー
- 3 液体
- 10 データロガー部
- 20 システム電源部
- 30 演算処理部
- 33 温度上昇勾配判定部
- 35 演算部

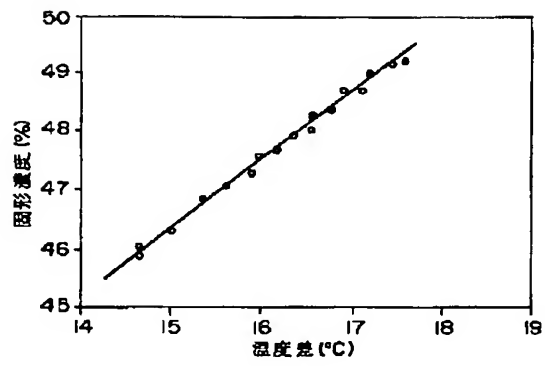
【图 2】



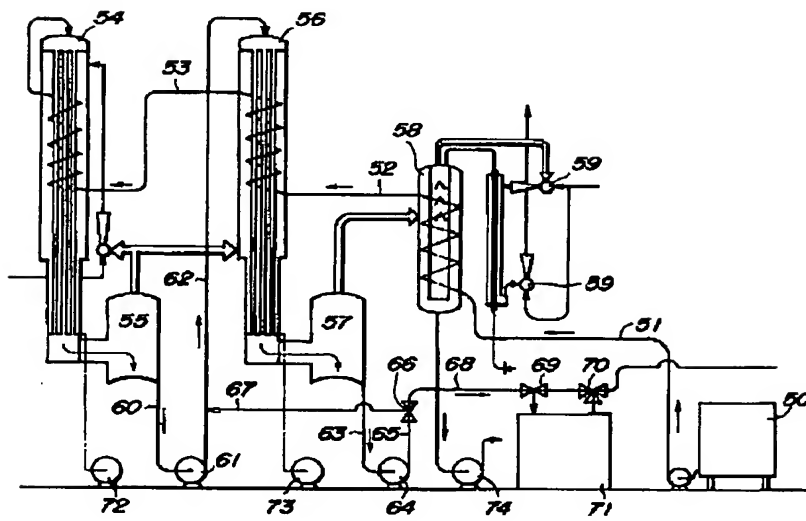
【图4】



【図5】

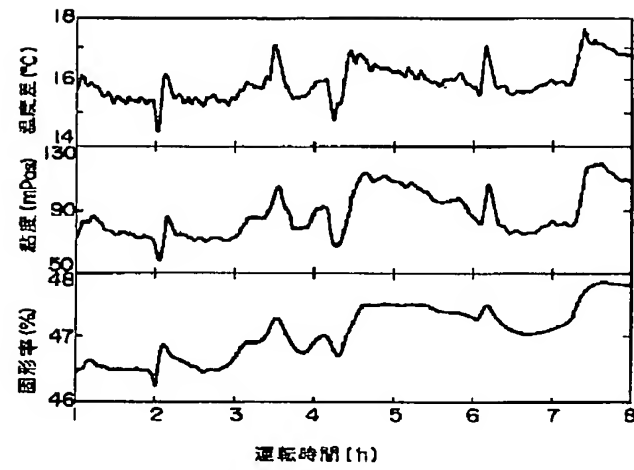


【図6】





【図7】




---

フロントページの続き

(72)発明者 阿彦 健吉  
 北海道札幌市中央区宮の森1条9丁目4-  
 22